

3) 路面亀裂・路面陥没

本調査で対象とした路面亀裂・路面陥没は、陥没によって亀裂が生じ、その亀裂から液状化した砂泥が吹き出した状態である。この場合、面的な乱れが生じる現象としてとらえられる。したがって、エッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調を試行した。画像の解像度は 50cm とした。なお、この現場の被災前の画像は得られなかった。図 2-4-6 に路面亀裂・路面陥没現場の被災後の画像および各種処理結果を示す。

- エッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調の 3 種の処理結果に、線構造の揺らぎや濃淡として被災状況が反映されている。とくに、線構造の揺らぎとして視認できるエッジ抽出とテクスチャ解析が明瞭である。

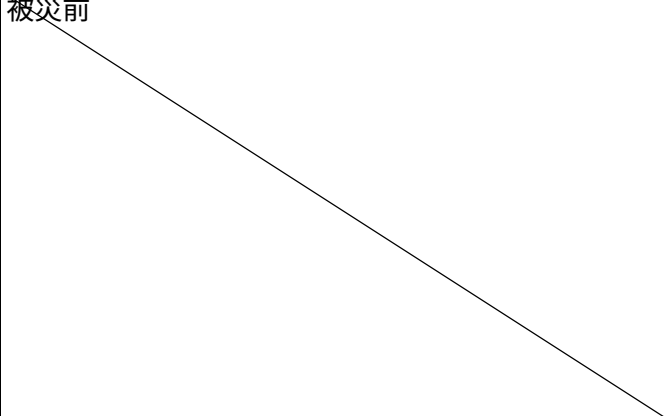
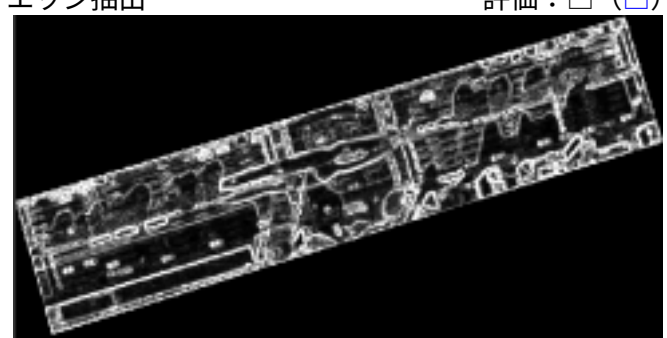
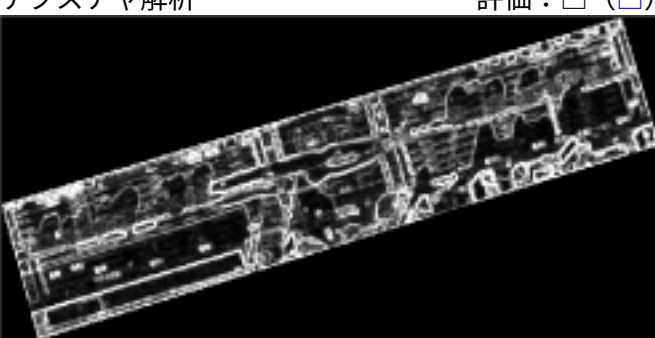
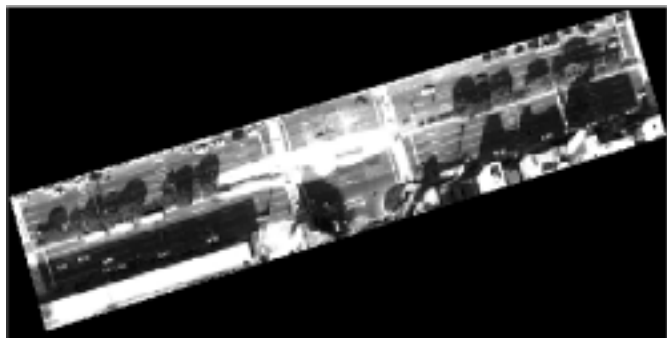
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。	テクスチャ解析 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。
エッジ強調 評価：△ (□)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。	<一連の処理結果の表現の説明> 処理名の右に示す評価は、表 2-4-3 (p68) に示す絶対評価と相対評価を並記したものであり、括弧内は相対評価を示す。

図 2-4-6 路面亀裂・路面陥没現場の被災後の画像および各種処理結果

4) 道路閉塞・建物倒壊

本調査では、建物倒壊に伴って道路閉塞が起こった箇所を対象とした。建物倒壊は建物および道路の線状構造が乱れることや、路面上にがれきが散乱することによってきめや色調が変化することが考えられる。したがって、エッジ抽出、教師なし分類、テクスチャ解析、エッジ強調、フーリエ変換を試行した。また、被災前後の画像を用いて画像間演算、画像オーバーレイ、主成分分析を行った。画像の解像度は 1m とした。図 2-4-7 に道路閉塞・建物倒壊現場の被災前後の画像および各種処理結果を示す。

①道路閉塞

- 事例では、家屋のがれきが完全に道路を閉塞しており、やや不明瞭ではあるがエッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調の 3 種の処理結果に、線構造の揺らぎとして被災状況が反映されている。
- 教師なし分類、主成分分析では、「クラスまたは色調に乱れがある道路」として反映される可能性があるが、ある程度の予備知識が必要である。
- フーリエ変換では、道路閉塞箇所の識別が困難である。
- 被災前後の画像を用いた処理（画像間演算、画像オーバーレイ、主成分分析）では、撮影時刻や撮影季節による影の影響、画像間の位置ずれの影響等を受け、道路閉塞箇所の識別が不明瞭である。

②建物倒壊

- 建物倒壊箇所の抽出は、やや不明瞭ではあるがエッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調の 3 種の処理結果に、線構造の揺らぎとして被災状況が反映されている。
- 教師なし分類では、どのクラスが建物倒壊に該当するかの判断が困難である。
- フーリエ変換では、建物倒壊箇所の識別が困難である。
- 被災前後の画像を用いた処理（画像間演算、画像オーバーレイ、主成分分析）では、撮影時刻や撮影季節による影の影響、画像間の位置ずれの影響等を受け、建物倒壊箇所の識別が困難である。

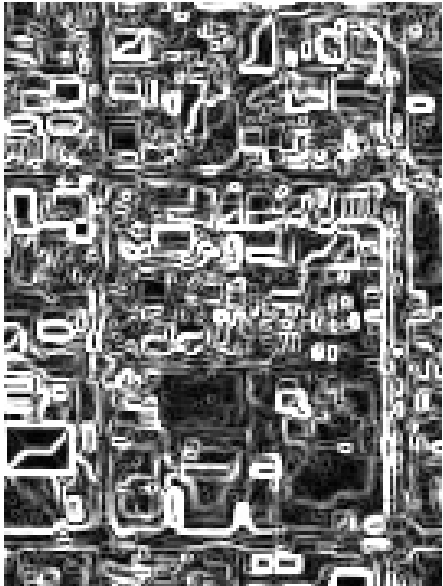
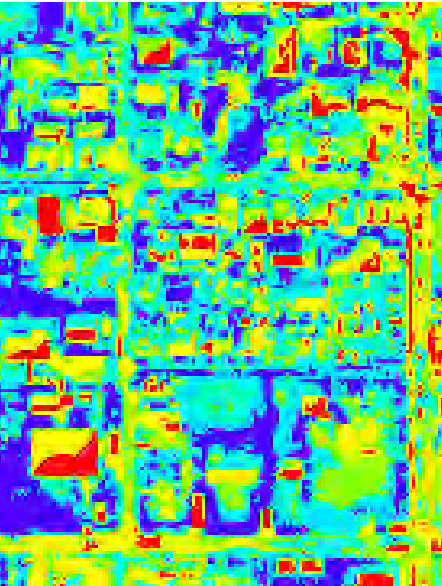
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：□ (×)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。 【低評価の理由】 閉塞した道路、倒壊家屋と類似したエッジパターンを示す非被災箇所が多く、視認性が低下している。	教師なし分類 評価：△ (×)  【図の説明】 6 種類のカラーはそれぞれ、被災後の画像内（RGB の三次元特徴空間）で互いに類似する特徴をもった 6 つのグループを 6 色の擬似カラーで表示した。色は特に意味を持たないが、寒色系は元画像の暗い箇所（樹木、影等）を示し、暖色系は明るい箇所（裸地等）を示す。 【低評価の理由】 閉塞した道路、倒壊家屋の色調があいまいであるため、同一の分類クラスに区分される非被災箇所が多く、視認性が低下している。

図 2-4-7(1) 道路閉塞および建物倒壊現場の被災前後の画像および各種処理結果

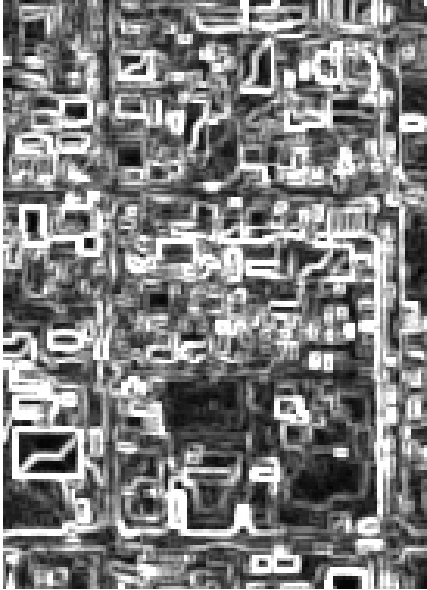
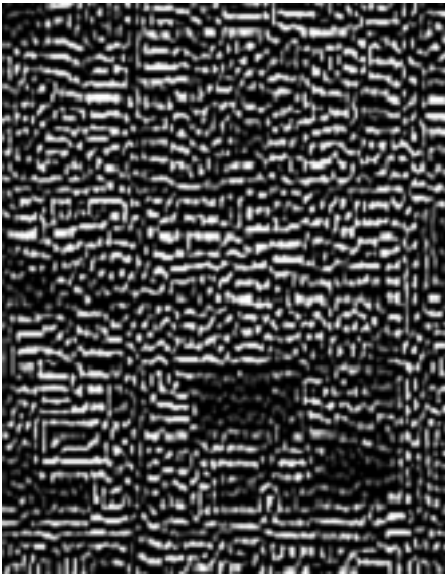
テクスチャ解析 評価：□ (×)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。	エッジ強調 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。
【低評価の理由】 閉塞した道路、倒壊家屋と類似したテクスチャパターンを示す非被災箇所が多く、視認性が低下している。	
フーリエ変換 評価：× (×)  【図の説明】 テクスチャの特徴的な箇所（中間周波数成分の高い箇所）を明るく示した。	画像間演算 評価：△ (×)  【図の説明】 被災前に比べて被災後に明るくなった箇所を明るく、暗くなった箇所を暗く示した。
【低評価の理由】 閉塞した道路、倒壊家屋と類似した周波数成分を有する非被災箇所が多く、視認性が低下している。	【低評価の理由】 閉塞した道路、倒壊家屋の色調があいまいである上に、影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因による変化箇所が視認性を低下させている。

図 2-4-7(2) 道路閉塞および建物倒壊現場の被災前後の画像および各種処理結果

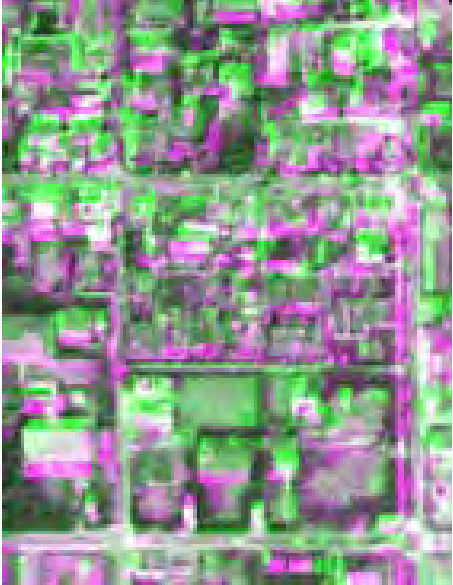
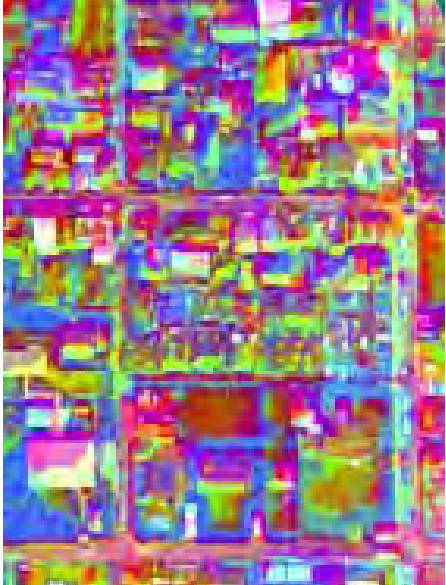
画像オーバーレイ（RGB＝後、前、後） 評価：△（×）  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後で変化のある箇所を、白黒は被災前後で変化のない箇所を示した。 グリーンは被災後に暗くなった箇所、マゼンダは被災後に明るくなった箇所、白は被災前後ともに明るい箇所、黒は被災前後ともに暗い箇所を示す。	主成分分析（RGB＝第1、第2、第3主成分） 評価：△（×）  【図の説明】 バンド間の相関に着目して多バンド（被災前後のRGBの6バンド）データを集約する処理であり、寄与率の高い順に第1、第2、第3主成分という。 色は特に意味を持たないが、寒色系は2時期の元画像とも暗い箇所（樹木、影等）を示し、赤系は被災後に暗くなった箇所を示し、白系は被災後に明るくなった箇所を示す。
【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれ、2時期間の土地利用変化など、被災以外の要因による変化箇所が視認性を低下させている。	【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれ、2時期間の土地利用変化など、被災以外の要因による色調変化が主成分に影響し、視認性を低下させている。

図 2-4-7(3) 道路閉塞および建物倒壊現場の被災前後の画像および各種処理結果

5) 堤防破損

堤防破損は線状構造に乱れが生じる現象としてとらえられる。したがって、エッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調を試行した。また、被災前後の画像を用いて画像間演算、画像オーバーレイを行った。本調査で対象とした堤防破損箇所の規模は長さ数 10m で、画像の解像度は 1m とした。図 2-4-8 には堤防破損現場の被災前後の画像および各種処理結果を示す。

- 堤防破損は、エッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調の 3 種の処理結果に、線構造の揺らぎとして被災状況が反映されている。画像間演算では濃淡として、画像オーバーレイでは色調として被災状況が反映されている。
- しかしながら、いずれの処理結果も、被災していない箇所も抽出してしまう可能性がある。また、被災前後の画像を用いる場合は、撮影時刻や撮影季節による影の影響、画像間の位置ずれの影響等を受け、誤判別を生じる可能性がある。

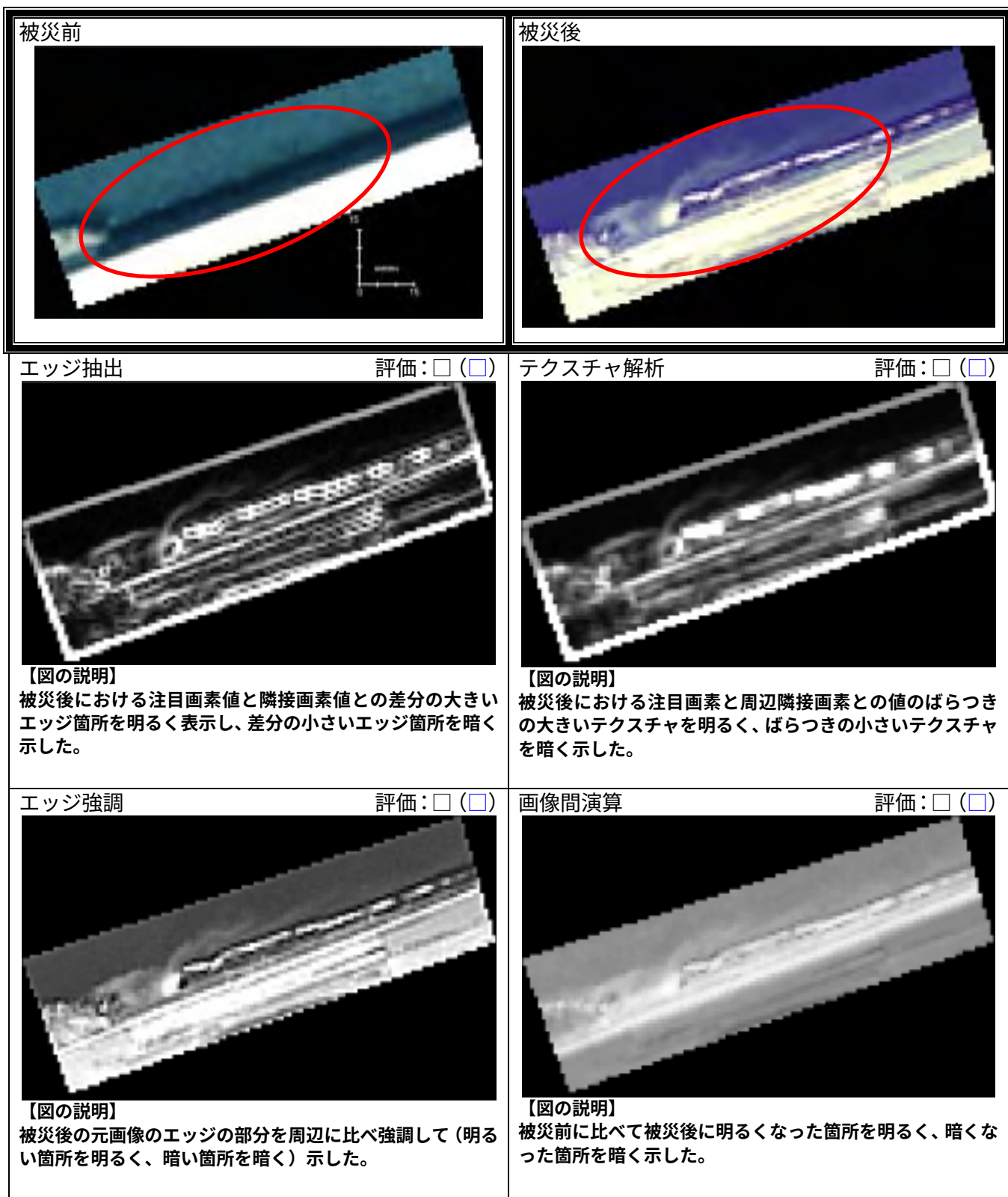


図 2-4-8(1) 堤防破損現場の被災前後の画像および各種処理結果

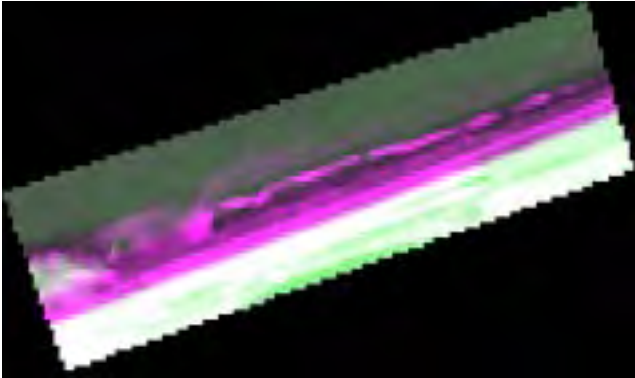
画像オーバーレイ（RGB＝後、前、後） 評価：□（○）  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後で変化のある箇所を、白黒は被災前後で変化のない箇所を示した。 グリーンは被災後に暗くなった箇所、マゼンダは被災後に明るくなった箇所、白は被災前後ともに明るい箇所、黒は被災前後ともに暗い箇所を示す。 【高評価の理由】 被災前画像では堤防部が明るく水部が暗いが、被災後画像では堤防破損により水部に流出した土砂の影響により、水部がやや明るい。画像オーバーレイは、この色調変化が明瞭に表現され、被災後画像のみでは困難な破損箇所の識別に一定の効果がある。	<一連の処理結果の表現の説明> 処理名の右に示す評価は、表 2-4-3(p68)に示す絶対評価と相対評価を並記したものであり、括弧内は相対評価を示す。
--	--

図 2-4-8(2) 堤防破損現場の被災前後の画像および各種処理結果

6) 液状化

液状化は、面的に地下の砂が噴出する現象であり、色調の違いに現れる。したがって、エッジ抽出、教師なし分類、テクスチャ解析、エッジ強調を試行した。液状化の規模は様々であるが、本調査では数 10m 四方にわたる広範囲な液状化箇所を対象とした。画像の解像度は 2m とした。図 2-4-9 には液状化現場の被災前の画像および各種処理結果を示す。

- 液状化は、教師なし分類では色調として、エッジ強調では濃淡として被災状況が反映されている。
- エッジ抽出とテクスチャ解析は、地物の構造との識別が困難である。

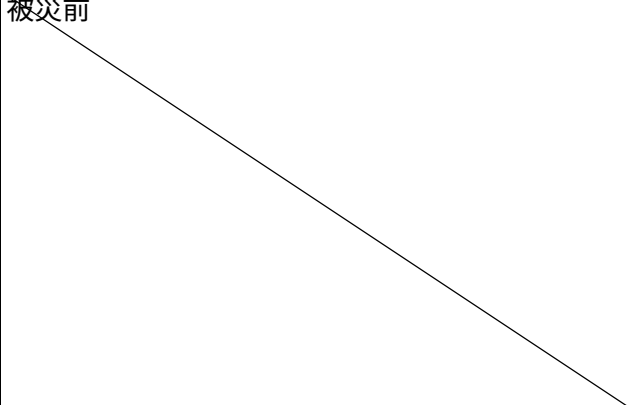
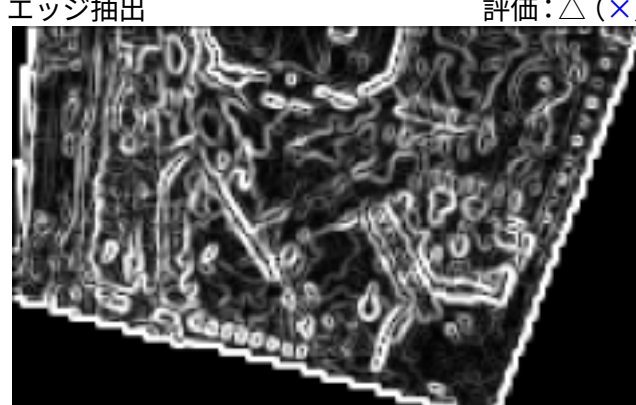
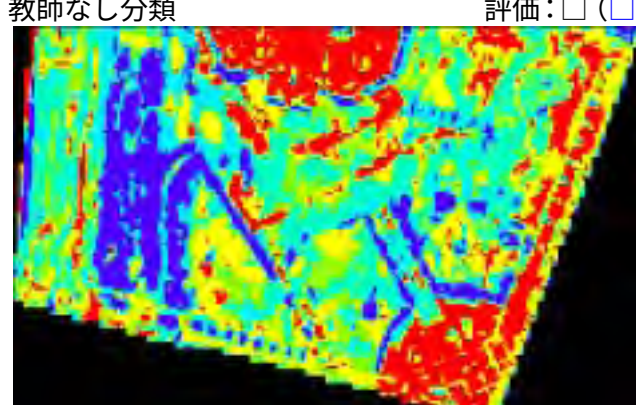
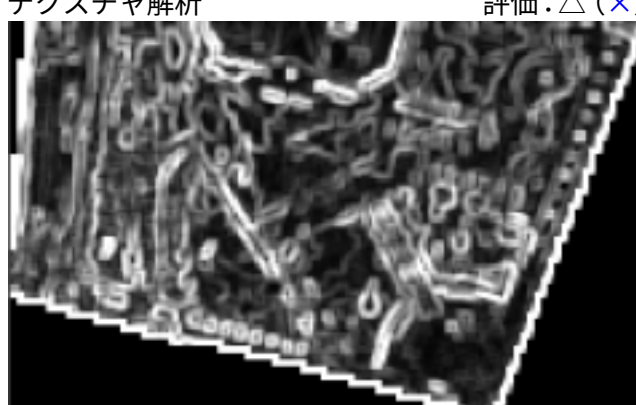
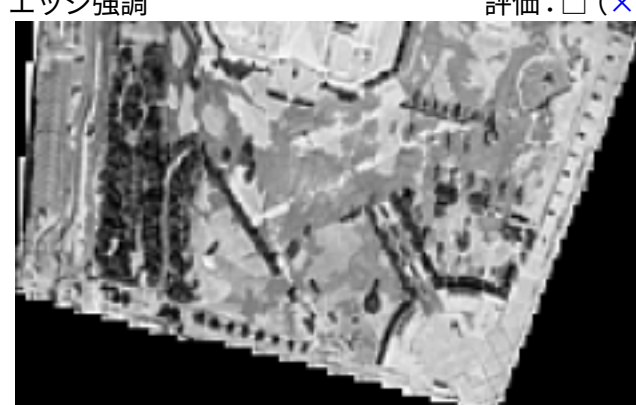
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：△(×)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。 【低評価の理由】 構造物や樹木など、液状化以外の要因によるエッジが抽出されてしまい、視認性を低下させている。	教師なし分類 評価：□(□)  【図の説明】 6種類のカラーはそれぞれ、被災後の画像内（RGBの三次元特徴空間）で互いに類似する特徴をもった6つのグループを6色の擬似カラーで表示した。色は特に意味を持たないが、寒色系は元画像の暗い箇所（樹木、影等）を示し、暖色系は明るい箇所（裸地等）を示す。
テクスチャ解析 評価：△(×)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。 【低評価の理由】 構造物や樹木など、液状化以外の要因によるテクスチャが抽出されてしまい、視認性を低下させている。	エッジ強調 評価：□(×)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。 【低評価の理由】 液状化箇所以外も強調されてしまい、視認性を低下させている。

図 2-4-9 液状化現場の被災後の画像および各種処理結果

7) 土砂流出

土砂流出は、ここでは港湾の堤防や護岸が崩壊し、土砂が海面に流出した箇所を対象とした。試行した処理は、エッジ抽出、教師なし分類、テクスチャ解析、エッジ強調の4種である。画像の解像度は2mとした。図2-4-10には土砂流出現場の被災前の画像および各種処理結果を示す。

- 海水域への土砂流出については、教師なし分類では色調として、エッジ強調では濃淡として被災状況が反映されている。
- エッジ抽出とテクスチャ解析は現象を捉えているが、広範囲を対象とした場合は見落とす可能性がある。

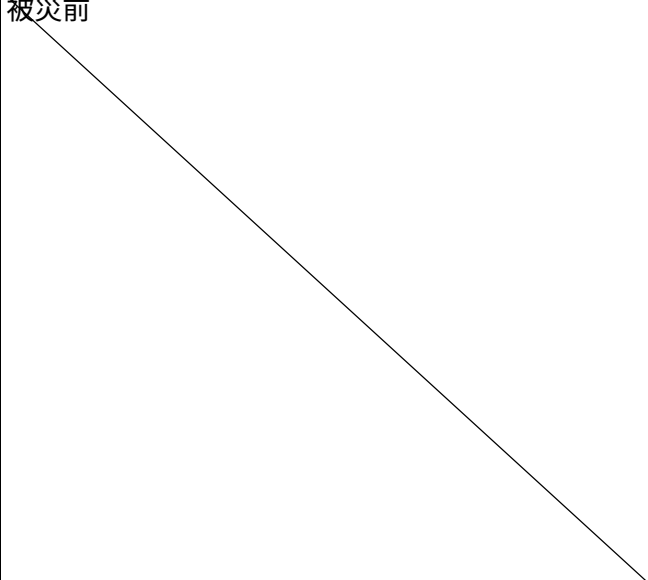
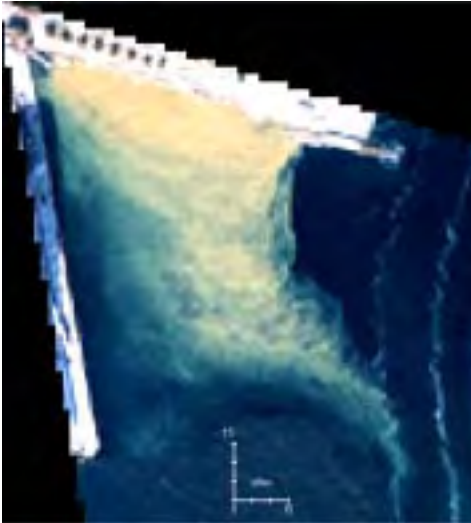
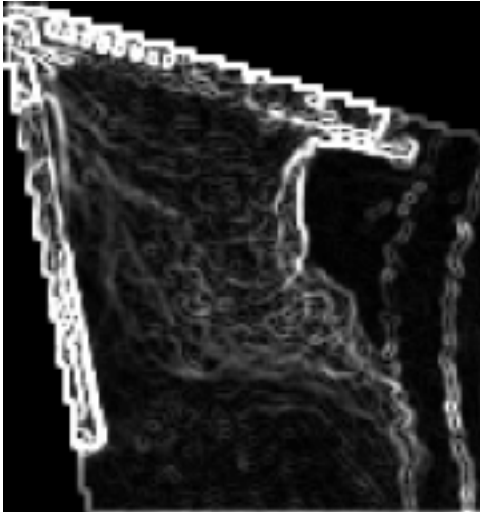
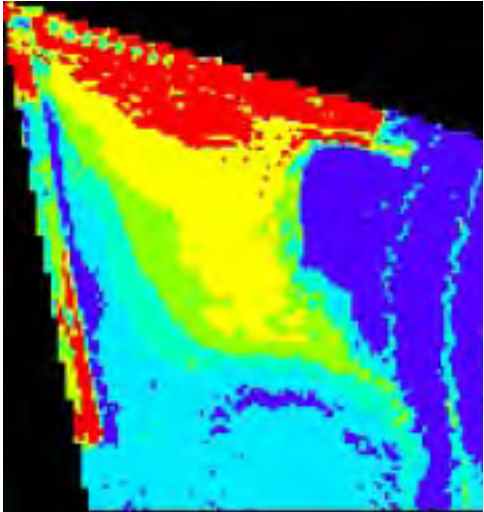
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：△ (×)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。 【低評価の理由】 土砂の流出状況が不明瞭で視認性を低下させている。	教師なし分類 評価：□ (□)  【図の説明】 6 種類のカラーはそれぞれ、被災後の画像内（RGB の三次元特徴空間）で互いに類似する特徴をもった 6 つのグループを 6 色の擬似カラーで表示した。色は特に意味を持たないが、寒色系は元画像の暗い箇所（海等）を示し、暖色系は明るい箇所（裸地、土砂等）を示す。

図 2-4-10(1) 土砂流出現場の被災後の画像および各種処理結果

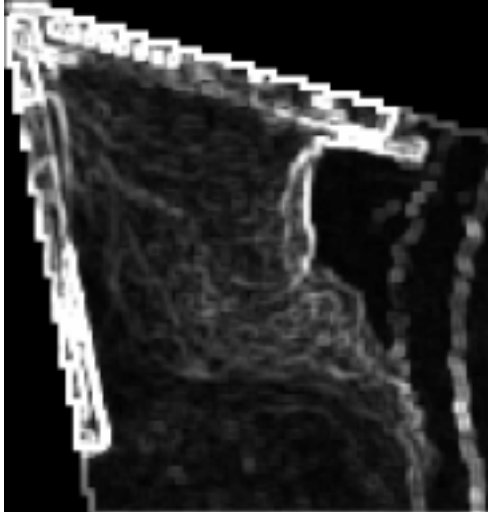
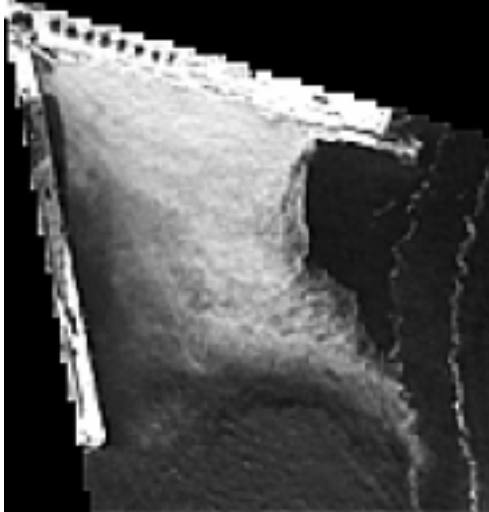
テクスチャ解析 評価：△ (×)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。 【低評価の理由】 土砂の流出状況が不明瞭で視認性を低下させている。	エッジ強調 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。
---	---

図 2-4-10(2) 土砂流出現場の被災後の画像および各種処理結果

8) 施設亀裂

施設亀裂では、港湾の人工被覆地の被災箇所を対象とした。施設亀裂は線状構造に乱れが生じる現象としてとらえられる。したがって、エッジ抽出、テクスチャ解析、エッジ強調を試行した。被災規模は幅数10cm、長さ10数mである。画像の解像度は1mとした。図2-4-11には施設亀裂現場の被災前の画像および各種処理結果を示す。

- 港湾施設の亀裂については、エッジ強調処理結果に、線構造の揺らぎとして被災状況が反映されている。
- エッジ抽出とテクスチャ解析は現象を捉えているが、やや不明瞭である。

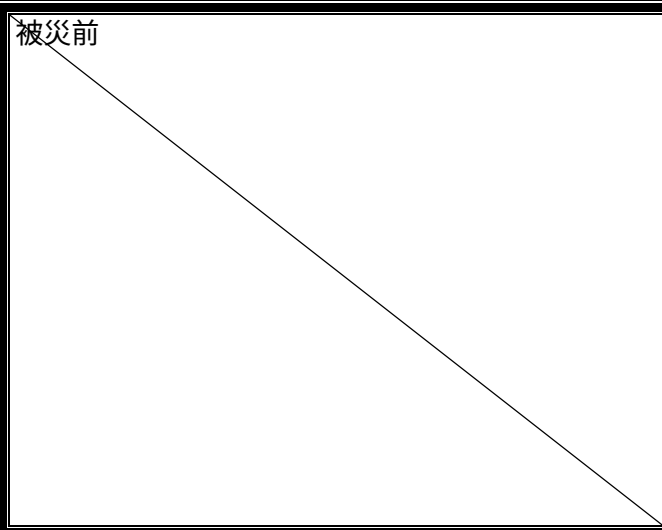
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：△(×)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。 【低評価の理由】 亀裂以外のエッジも抽出されているため、原画像より視認性は低いと判断される。	テクスチャ解析 評価：△(×)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。 【低評価の理由】 亀裂以外のテクスチャも抽出されているため、原画像より視認性は低いと判断される。
エッジ強調 評価：□(□)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。	＜一連の処理結果の表現の説明＞ 処理名の右に示す評価は、表 2-4-3(p68)に示す絶対評価と相対評価を並記したものであり、括弧内は相対評価を示す。

図 2-4-11 施設亀裂現場の被災後の画像および各種処理結果

9) 土砂災害

土砂災害では多くの場合、被災後に土壌がむき出しになることから、周囲との境界や色調に変化が現れると考えられる。したがってエッジ抽出、教師なし分類、テクスチャ解析、エッジ強調、フーリエ変換を試行した。また、災害前後の画像を用いて画像間演算、画像オーバーレイ、主成分分析を行った。対象としたのは神津島の2箇所、被災規模は幅数10m、長さ数10m程度である。画像はIKONOSを想定して1m解像度のものを用いた。図2-4-12および図2-4-13には土砂災害現場の被災前後の画像および各種処理結果を示す。

- 対象とした土砂災害箇所は、フーリエ変換以外、どの手法でも明瞭に被災状況が反映されている。
- とくに画像オーバーレイ、主成分分析は、被災前後の画像を用いることで崩壊によって裸地化した箇所が明瞭となり、抽出精度の向上効果が認められた。しかし、経年変化によって裸地化した箇所も同様に抽出されるため注意が必要である。また、被災前後の画像を用いる場合は、撮影時刻や撮影季節による影の影響、画像間の位置ずれの影響等を受け、誤判別を生じる可能性がある点に注意する必要がある。
- 土砂災害は森林地域で起きることが多いため、フーリエ変換は適当ではないことが明らかとなった。

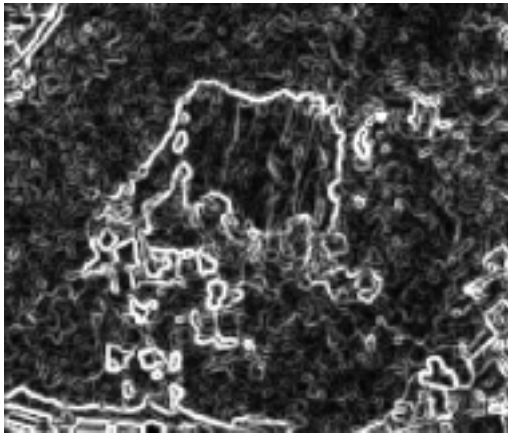
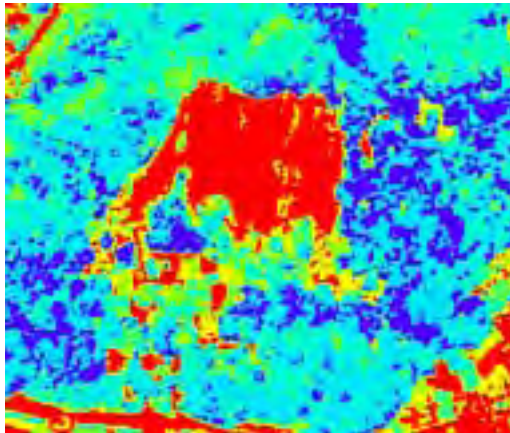
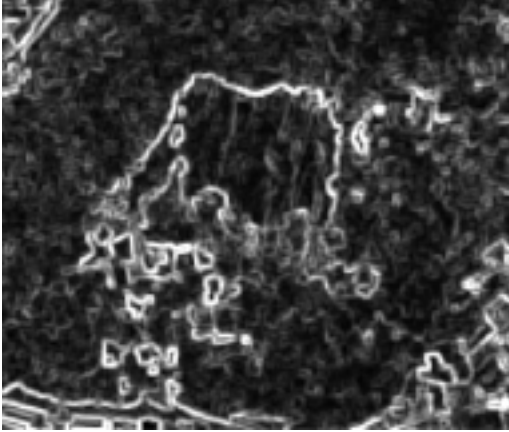
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価: ☐ (☐)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差の小さいエッジ箇所を暗く示した。	教師なし分類 評価: ☐ (☐)  【図の説明】 6 種類のカラーはそれぞれ、被災後の画像内（RGB の三次元特徴空間）で互いに類似する特徴をもった 6 つのグループを 6 色の擬似カラーで表示した。色は特に意味を持たないが、寒色系は元画像の暗い箇所（樹木、影等）を示し、暖色系は明るい箇所（裸地等）を示す。
テクスチャ解析 評価: ☐ (☐)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。	エッジ強調 評価: ☐ (☐)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分を周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。

図 2-4-12(1) 土砂災害①現場の被災前後の画像および各種処理結果

フーリエ変換 評価：× (×)  【図の説明】 テクスチャの特徴的な箇所（中間周波数成分の高い箇所）を明るく示した。	画像間演算 評価：□ (□)  【図の説明】 被災前に比べて被災後に明るくなった箇所を明るく、暗くなった箇所を暗く示した。
【低評価の理由】 崩壊地と非崩壊地の境界部の周波数成分と類似した周波数成分を有する非被災箇所が多く、視認性が低下している。	
画像オーバーレイ（RGB＝後、前、後） 評価：○ (○)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後で変化のある箇所を、白黒は被災前後で変化のない箇所を示した。 グリーンは被災後に暗くなった箇所、マゼンダは被災後に明るくなった箇所、白は被災前後ともに明るい箇所、黒は被災前後ともに暗い箇所を示す。	主成分分析（RGB＝第1、第2、第3主成分） 評価：○ (○)  【図の説明】 バンド間の相関に着目して多バンド（被災前後のRGBの6バンド）データを集約する処理であり、寄与率の高い順に第1、第2、第3主成分という。 色は特に意味を持たないが、寒色系は2時期の元画像とも暗い箇所（樹木、影等）を示し、赤系は被災前後ともに明るい箇所を示し、白～黄色系は被災後に明るくなった箇所を示す。
【高評価の理由】 被災前後の画像を重ね合わせることで、崩壊前から裸地だった箇所と崩壊によって裸地化した箇所の識別が明瞭となり、抽出精度の向上に有効であると判断された。	【高評価の理由】 被災前後の画像を用いることで、崩壊前から裸地だった箇所と崩壊によって裸地化した箇所が異なる主成分を示すため、被災箇所の識別が明瞭となり、抽出精度の向上に有効であると判断された。

図 2-4-12(2) 土砂災害①現場の被災前後の画像および各種処理結果

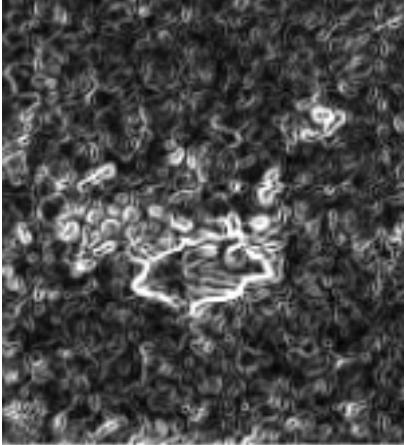
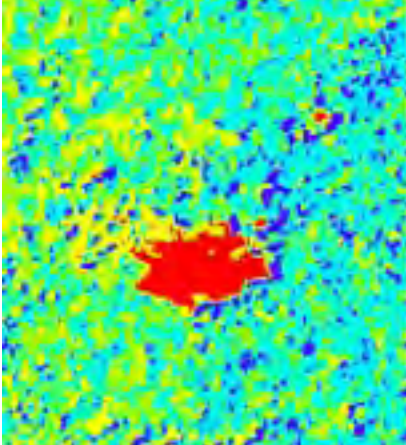
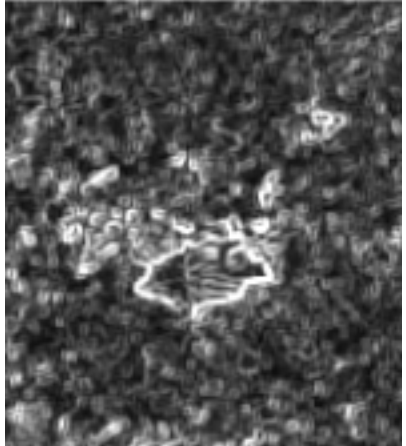
被災前 	被災後 
エッジ抽出 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後における注目画素値と隣接画素値との差分の大きいエッジ箇所を明るく表示し、差分の小さいエッジ箇所を暗く示した。	教師なし分類 評価：□ (□)  【図の説明】 6 種類のカラーはそれぞれ、被災後の画像内（RGB の三次元特徴空間）で互いに類似する特徴をもった 6 つのグループを 6 色の擬似カラーで表示した。色は特に意味を持たないが、寒色系は元画像の暗い箇所（樹木、影等）を示し、暖色系は明るい箇所（裸地等）を示す。
テクスチャ解析 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後における注目画素と周辺隣接画素との値のばらつきの大きいテクスチャを明るく、ばらつきの小さいテクスチャを暗く示した。	エッジ強調 評価：□ (□)  【図の説明】 被災後の元画像のエッジの部分周辺に比べ強調して（明るい箇所を明るく、暗い箇所を暗く）示した。

図 2-4-13(1) 土砂災害②現場の被災前後の画像および各種処理結果

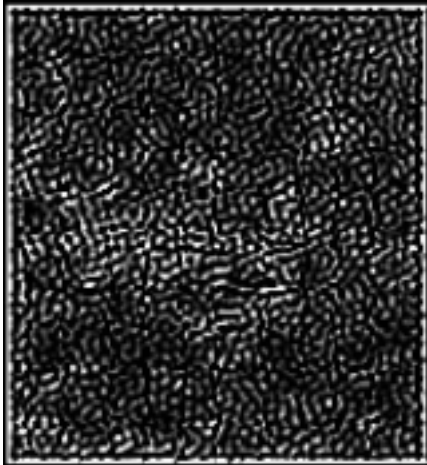
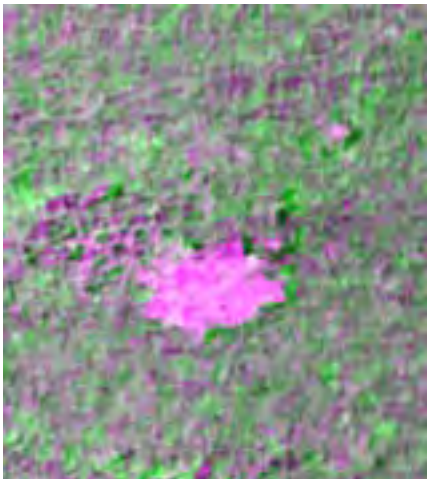
フーリエ変換 評価：× (×)  【図の説明】 テクスチャの特徴的な箇所（中間周波数成分の高い箇所）を明るく示した。	画像間演算 評価：□ (□)  【図の説明】 被災前に比べて被災後に明るくなった箇所を明るく、暗くなった箇所を暗く示した。
【低評価の理由】 崩壊地と非崩壊地の境界部の周波数成分と類似した周波数成分を有する非被災箇所が多く、視認性が低下している。	
画像オーバーレイ（RGB＝後、前、後） 評価：○ (○)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後で変化のある箇所を、白黒は被災前後で変化のない箇所を示した。 グリーンは被災後に暗くなった箇所、マゼンダは被災後に明るくなった箇所、白は被災前後ともに明るい箇所、黒は被災前後ともに暗い箇所を示す。	主成分分析（RGB＝第1、第2、第3主成分） 評価：○ (○)  【図の説明】 バンド間の相関に着目して多バンド（被災前後のRGBの6バンド）データを集約する処理であり、寄与率の高い順に第1、第2、第3主成分という。 色は特に意味を持たないが、紫系は被災前の明るい箇所、白～黄色系は被災後に明るくなった箇所を示す。
【高評価の理由】 被災前後の画像を重ね合わせることで、崩壊前から裸地だった箇所と崩壊によって裸地化した箇所の識別が明瞭となり、抽出精度の向上に有効であると判断された。	【高評価の理由】 被災前後の画像を用いることで、崩壊前から裸地だった箇所と崩壊によって裸地化した箇所が異なる主成分を示すため、被災箇所の識別が明瞭となり、抽出精度の向上に有効であると判断された。

図 2-4-13(2) 土砂災害②現場の被災前後の画像および各種処理結果

以上より、画像処理手法の被害形態別の適用性検討結果を表 2-4-3 にまとめた。上段は、各処理画像の視認性に関する絶対評価であり、下段は原画像に対して視認性が向上したかどうかを示す相対評価である。

表 2-4-3 画像処理手法の被害形態別の適用性検討結果

情報ニーズ		被災後画像のみ					被災前後画像使用		
施設	被災形態	エッジ抽出	教師なし 分類	テクスチャ解析	エッジ強調	フーリエ 変換	画像間演算	画像オーバーレイ	主成分分析
橋梁	落橋(道路)	☐		☐	☐		△	△	
		☐		☐	☐		☐	×	
	落橋(鉄道)	☐		☐	☐		△	△	
		☐		☐	☐		☐	×	
	高架段差(縦ずれ)	△		×	☐		☐	☐	
		×		×	☐		☐	×	
高架段差(横ずれ)	☐		☐	☐		☐	×		
	☐		☐	☐		☐	×		
道路	路面亀裂	☐		☐	△				
		☐		☐	☐				
	路面陥没	☐		☐	△				
		☐		☐	☐				
	道路閉塞・障害	☐	△	☐	☐	×	△	△	△
		×	×	×	☐	×	×	×	×
建物	建物倒壊	☐	×	☐	☐	×	△	△	×
		×	×	×	☐	×	×	×	×
河川・港湾	堤防破損	☐		☐	☐		☐	☐	
		☐		☐	☐		☐	☐	
	液状化	△	☐	△	☐				
		×	☐	×	×				
	崩壊・土砂流出	△	☐	△	☐				
		×	☐	×	☐				
亀裂	△		△	☐					
	×		×	☐					
砂防	土砂災害	☐	☐	☐	☐	×	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	×	☐	☐	☐

凡例（上段）

- ：高い精度で被災箇所が視認できる
- ：視認可能だが被災していない箇所も抽出してしまう
- △：視認可能だがやや不明瞭
- ×：全く視認できない
- ：被災前画像未整備のため適用不可
- ：被災形態と画像処理のミスマッチのため試行せず

凡例（下段）

- ：原画像より視認性が向上した
- ：原画像と同程度
- ×：原画像よりも劣る
- ：被災前画像未整備のため適用不可
- ：被災形態と画像処理のミスマッチのため試行せず

（２）画像処理（複合的処理）の試行

本項では、解析手法を組み合わせた場合の被害形態別の被害箇所抽出の適用性検討を行った。用いた手法は、被災前後のエッジ抽出画像とテクスチャ解析画像のオーバーレイ（エッジオーバーレイ、テクスチャオーバーレイ）および２時期の画像全てを使った教師なし分類（多時期画像の教師なし分類）とした。なお、用いた手法では被災前後の画像が必要となることから、対象とした被災形態は２時期の画像が入手できた落橋、高架段差、道路閉塞、建物倒壊、土砂災害とした。

また、撮影時期の異なる画像の組み合わせのほかに画像情報以外の組み合わせとして、土砂災害を対象にして地図と標高との組み合わせを試行した。

1) 落橋（道路・鉄道）

落橋の抽出ではエッジオーバーレイとテクスチャオーバーレイを試行した。

図 2-4-14 に道路橋落橋現場の被災前後の画像および各種処理結果を、図 2-4-15 に鉄道橋落橋現場の被災前後の画像および各種処理結果を示す。

- 被災前後の画像の位置合わせが完全ならば、どちらの手法を用いた場合でも被災状況は明瞭に反映される。ただし、被災箇所以外のエッジ変化箇所も処理画像に反映されるので、注意が必要である。
- とくに鉄道橋の場合は周辺のノイズ成分が少ないことから、落橋箇所の視認性が高い。
- ただし、被災前後の画像を用いる場合は、撮影時刻や撮影季節による影の影響、画像間の位置ずれの影響等を受け、誤判別を生じる可能性がある点に注意する必要がある。

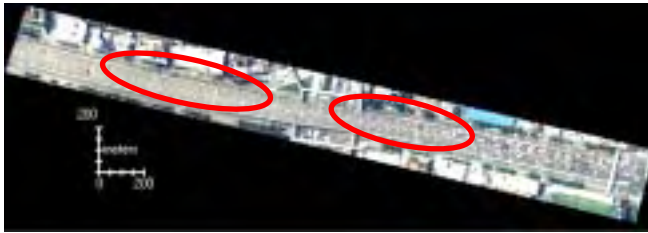
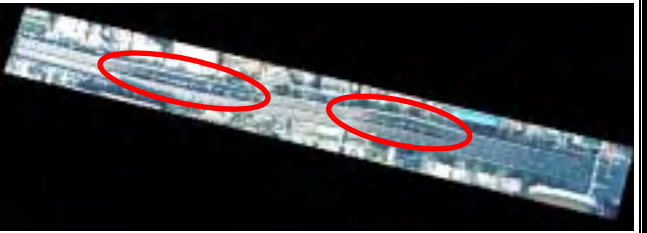
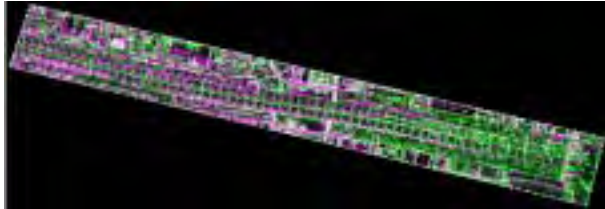
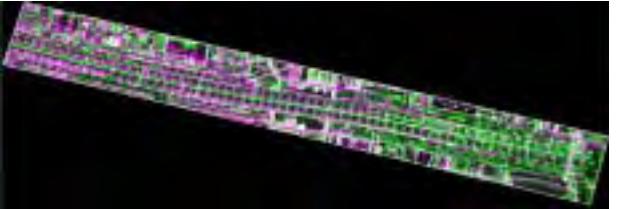
被災前 	被災後 
エッジオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価: ☐ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でエッジに変化のある箇所を、白黒は被災前後でエッジに変化のない箇所を示した。グリーンは被災前でエッジのある箇所、マゼンダは被災後でエッジのある箇所、白は被災前後でエッジのある箇所、黒は被災前後でエッジのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるエッジ変化箇所が視認性を低下させている。	テクスチャオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価: ☐ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でテクスチャに変化のある箇所を、白黒は被災前後でテクスチャに変化のない箇所を示した。グリーンは被災前でテクスチャのある箇所、マゼンダは被災後でテクスチャのある箇所、白は被災前後でテクスチャのある箇所、黒は被災前後でテクスチャのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるテクスチャ変化箇所が視認性を低下させている。

図 2-4-14 道路橋落橋現場の被災前後の画像および各種処理結果

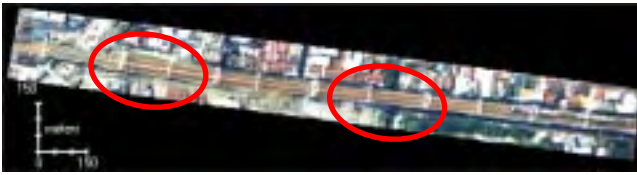
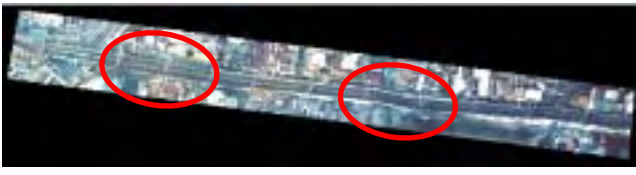
被災前 	被災後 
エッジオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価: ☐ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でエッジに変化のある箇所を、白黒は被災前後でエッジに変化のない箇所を示した。グリーンは被災前でエッジのある箇所、マゼンダは被災後でエッジのある箇所、白は被災前後でエッジのある箇所、黒は被災前後でエッジのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるエッジ変化箇所が視認性を低下させている。	テクスチャオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価: ☐ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でテクスチャに変化のある箇所を、白黒は被災前後でテクスチャに変化のない箇所を示した。グリーンは被災前でテクスチャのある箇所、マゼンダは被災後でテクスチャのある箇所、白は被災前後でテクスチャのある箇所、黒は被災前後でテクスチャのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるテクスチャ変化箇所が視認性を低下させている。

図 2-4-15 鉄道橋落橋現場の被災前後の画像および各種処理結果

2) 高架段差

高架段差はエッジオーバーレイとテクスチャオーバーレイを試行した。

図 2-4-16 に高架段差（縦ずれ）現場の被災前後の画像および各種処理結果を、図 2-4-17 に高架段差（横ずれ）現場の結果を示す。

- 縦ずれの高架段差は、エッジオーバーレイ、テクスチャオーバーレイともにかろうじて確認できるが、車両の有無や影による影響が大きく、不明瞭である。
- 横ずれの高架段差も同様に、エッジオーバーレイ、テクスチャオーバーレイともにかろうじて確認できる。
- 縦ずれ、横ずれともに被災後のみのエッジ抽出画像およびテクスチャ解析画像を上回る視認性は認められなかった。

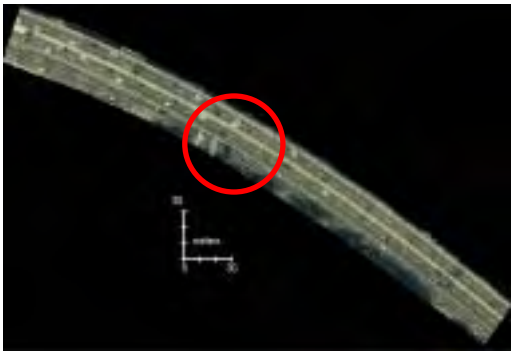
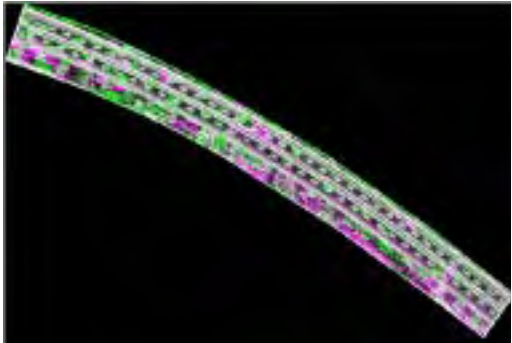
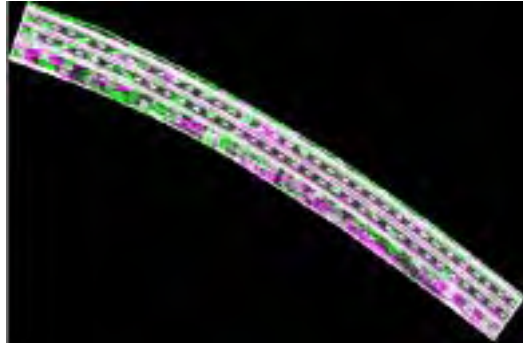
被災前 	被災後 
エッジオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価：△ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でエッジに変化のある箇所を、白黒は被災前後でエッジに変化のない箇所を示した。 グリーンは被災前でエッジのある箇所、マゼンダは被災後でエッジのある箇所、白は被災前後でエッジのある箇所、黒は被災前後でエッジのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるエッジ変化箇所が視認性を低下させている。	テクスチャオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価：△ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でテクスチャに変化のある箇所を、白黒は被災前後でテクスチャに変化のない箇所を示した。 グリーンは被災前でテクスチャのある箇所、マゼンダは被災後でテクスチャのある箇所、白は被災前後でテクスチャのある箇所、黒は被災前後でテクスチャのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるテクスチャ変化箇所が視認性を低下させている。

図 2-4-16 高架段差（縦ずれ）現場の被災前後の画像および各種処理結果

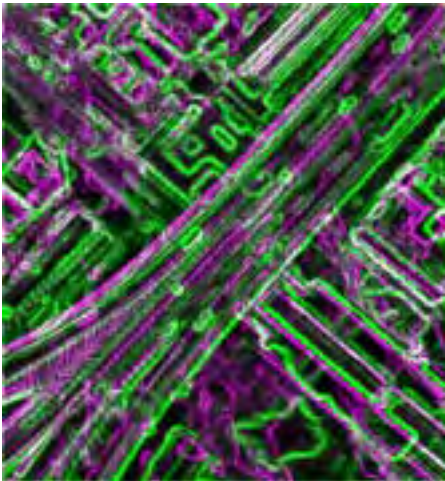
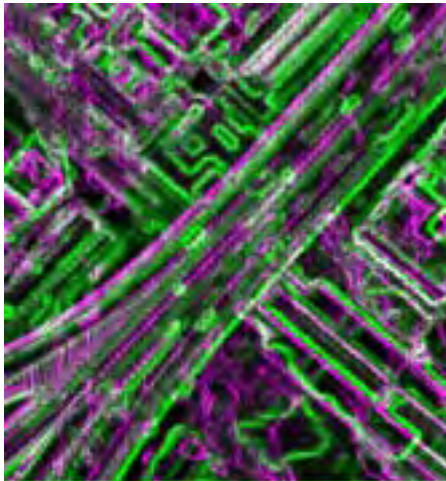
被災前 	被災後 
エッジオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価：△ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でエッジに変化のある箇所を、白黒は被災前後でエッジに変化のない箇所を示した。 グリーンは被災前でエッジのある箇所、マゼンダは被災後でエッジのある箇所、白は被災前後でエッジのある箇所、黒は被災前後でエッジのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるエッジ変化箇所が視認性を低下させている。	テクスチャオーバーレイ (RGB=後、前、後) 評価：△ (×)  【図の説明】 グリーン、マゼンダは被災前後でテクスチャに変化のある箇所を、白黒は被災前後でテクスチャに変化のない箇所を示した。 グリーンは被災前でテクスチャのある箇所、マゼンダは被災後でテクスチャのある箇所、白は被災前後でテクスチャのある箇所、黒は被災前後でテクスチャのない箇所を示す。 【低評価の理由】 影の影響、画像間の位置ずれなど、被災以外の要因によるテクスチャ変化箇所が視認性を低下させている。

図 2-4-17 高架段差（横ずれ）現場の被災前後の画像および各種処理結果